

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 667 396
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 90 12141

(51) Int Cl⁵ : G 01 L 23/01; G 01 H 11/08//A 61 B 17/22

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 27.09.90.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 03.04.92 Bulletin 92/14.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : INSTITUT NATIONAL DE LA SANTE
ET DE LA RECHERCHE MEDICALE (I.N.S.E.R.M.) —
FR.

(72) Inventeur(s) : Cathignol Dominique.

(73) Titulaire(s) :

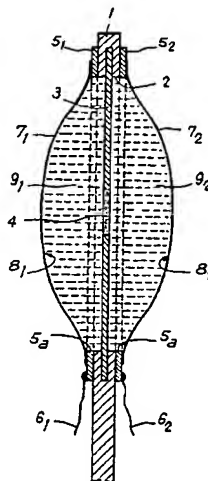
(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Capteur pour mesure de pression en milieu liquide.

(57) - Mesure de pression.

- Le capteur est caractérisé en ce que les charges élec-
triques apparaissant au droit de la zone polarisée sur les
deux faces de la membrane sont acheminées pour au
moins l'une d'elles par un liquide ou une pâte à caractère
électriquement conducteur vers des électrodes situées en
dehors de la zone de pression.

- Application à la mesure de pression en lithotritie.



FR 2 667 396 - A1



CAPTEUR POUR MESURE DE PRESSION EN MILIEU LIQUIDE

L'invention concerne le domaine technique de la mesure de pressions élevées dans tout milieu liquide. L'invention concerne plus particulièrement les mesures de pressions élevées impliquant des temps de réponse extrêmement brefs pour mettre en évidence le phénomène mesuré, ainsi qu'une grande ouverture pour mesurer des champs de pressions très focalisés.

Parmi les nombreuses applications possibles, il convient de citer, à titre d'application préférée mais non limitée, les mesures de pression des ondes de choc et, plus particulièrement, les mesures de pressions au sein d'appareils tels que, les lithotriteurs.

Pour effectuer des mesures de pression dans un milieu liquide, la technique antérieure offre différentes solutions.

L'une d'elles consiste à réaliser un capteur du type à membrane, conçu à partir d'un film de matière appropriée, à caractère piézo-électrique, telle qu'en PVDF.

Sur une telle membrane, dont l'épaisseur est généralement de l'ordre de 9 à 100 micromètres, sont déposées deux électrodes, de préférence en or, sur les deux faces du film. Les électrodes sont conformées de manière à posséder en superposition de plan, de part et d'autre de la membrane, un point de croisement au niveau duquel une polarisation est créée par un champ électrique de valeur 100 V/ μ m approximativement, de façon à polariser la membrane au droit de la zone de croisement.

Un tel film peut être monté sur un support isolant annulaire pour être tendu, afin qu'en étant plongé dans un milieu liquide, toute onde ultrasonore appliquée à ce milieu modifie l'épaisseur de la membrane, en vue de générer au niveau de la zone polarisée des variations de charges électriques recueillies par les deux électrodes.

Un tel capteur peut être considéré comme fournissant de bons résultats, dans la mesure où des pressions de l'ordre de 50 à 100 bar maximum sont appliquées. Au-delà d'une telle valeur

maximale, les électrodes en or subissent un arrachement en raison de la faible liaison existant entre les dépôts métalliques et la surface de la membrane en PVDF et des effets de cavitations qui apparaissent pour des pressions supérieures à une centaine de bar.

05 Une méthode différente à partir d'une même construction de la membrane sensible consiste à coller cette dernière sur un support rigide renforçant la tenue à la pression.

En réalité, des résultats sensiblement équivalents sont constatés, car la face de la membrane exposée à l'onde de choc
10 subit toujours un arrachement de l'électrode qu'elle porte.

Une autre méthode consiste à réaliser le capteur en disposant la membrane du type ci-dessus en sandwich entre deux revêtements en résine époxyde, comme décrit dans le brevet n° 89 05 422. Si la liaison entre les éléments constitutifs d'un
15 tel sandwich est bien réalisée, le capteur présente incontestablement une plus grande résistance à des pressions élevées. Toutefois, si le revêtement de la face exposée est d'épaisseur faible, le gain de résistance est également faible, alors que si cette épaisseur est forte on constate, une réduction
20 de la bande passante du capteur qui n'est plus à même de mesurer des pressions extrêmement brèves comme les ondes de choc générées par un lithotriteur.

Il peut être estimé que les problèmes liés aux réalisations ci-dessus ne permettent pas d'escompter l'obtention de
25 capteurs de durée de vie suffisante pour effectuer, par exemple, des relevés de diagrammes de pressions nécessitant de soumettre le capteur à plusieurs milliers de tirs, comme cela est nécessaire dans des applications telles que la mesure du champ de pressions rayonnées par les lithotriteurs électro-hydrauliques,
30 piézo-électriques ou électromagnétiques.

La caractéristique commune de la faiblesse de tenue de ces capteurs est incontestablement à mettre au compte de l'existence des électrodes métalliques déposées sur les faces de la membrane en PVDF.

35 Une proposition visant à supprimer l'existence de ces

électrodes a été faite dans la publication IEEE, Transactions on Electrical Insulation, volume 24, n° 3, Juin 1989, pages 499 à 502.

Dans cette publication, il est proposé de constituer une membrane piézo-électrique pour lui conférer une zone polarisée, de supporter cette membrane tendue dans la fenêtre d'un support isolant et d'adjoindre à ce support, sur chacune des faces de la membrane, deux anneaux conducteurs raccordés à des conducteurs électriques. Les deux faces du capteur sont fermées par deux plaques chargées de confiner chacune un remplissage d'un diélectrique liquide.

Une telle méthode de construction aboutit très certainement à substituer aux électrodes métalliques de l'art antérieur deux séries de capacités, l'une élevée constituée dans la zone piézo-électrique polarisée et les deux autres très faibles constituées pour chaque face par l'anneau conducteur et la zone polarisée.

Il doit être considéré qu'une telle construction permet de disposer d'un capteur de résistance mécanique supérieure à celle des solutions précédentes. Toutefois, le capteur ainsi réalisé est de très faible sensibilité en raison des faibles capacités établies entre la zone piézo-électrique et les anneaux conducteurs qui constituent un pont diviseur de l'ordre de 1/1000, voire 1/10000. On conçoit qu'une telle construction est sensible à toute capacité électrique parasite environnante qui peut s'établir de façon incontrôlée.

Au demeurant donc, si une telle construction permet, dans son principe, de résoudre un problème connu, elle ne peut être tenue pour être pleinement satisfaisante sur le plan pratique.

De tels capteurs ne peuvent donc être mis en oeuvre que dans les applications très particulières de mesure de pressions extrêmement élevées de l'ordre de 10 000 bar et ne peuvent pas convenir dans celle de la lithotritie électro-hydraulique où les pressions sont plus généralement de l'ordre de 1 000 bar.

La présente invention vise à remédier à cet inconvénient en proposant une nouvelle conception d'un capteur de mesure de

pression en milieu liquide.

Le capteur selon l'invention est conçu pour posséder un temps de réponse extrêmement bref, pour offrir une grande ouverture pour la mesure de champs de pressions très focalisés et pour posséder
05 une résistance mécanique lui conférant une grande durée de vie et autorisant des relevés de diagrammes de pressions nécessitant l'établissement successif d'un grand nombre de tirs dans le milieu où les mesures doivent être effectuées.

Pour atteindre l'objectif ci-dessus, le capteur conforme
10 à l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend, au moins sur l'une des faces, une membrane rapportée de façon étanche et délimitant, par rapport au plan de la face correspondante du capteur, un volume fermé étanche, rempli au moins partiellement par un liquide ou une masse pâteuse, conductrice, assumant une
15 fonction d'électrode entre la zone piézo-électrique polarisée et l'anneau conducteur.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence au dessin annexé qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de
20 réalisation de l'objet de l'invention.

La fig. 1 est une coupe-élévation du capteur conforme à l'invention.

La fig. 2 est une coupe-élévation montrant, à plus grande échelle, un détail de réalisation d'une variante d'exécution.

25 Selon la fig. 1, le capteur conforme à l'invention comprend un support 1 constitué par un substrat plan en toute matière isolante appropriée, telle qu'en chlorure de polyvinyle ou en plexiglass. Le support 1 est exécuté de toute manière convenable par usinage, moulage, etc ... pour délimiter une
30 fenêtre 2 destinée à être occupée par une membrane piézo-électrique 3 tendue. La fenêtre 2 peut être de toute conformation appropriée, bien que celle généralement la plus retenue soit la conformation circulaire. Le mode de réalisation et de liaison entre le support 1 et la membrane 3 ne relèvent pas à
35 proprement parler de l'objet de l'invention. Il suffit de préciser

qu'une méthode convenant particulièrement pour obtenir un support et une liaison étanche entre la membrane 3 et le support 1, consiste par exemple à surmouler ce dernier sur la membrane 3 tendue.

05 La membrane 3 est réalisée en une matière susceptible d'être rendue localement polarisée. Au sens de l'invention, la membrane 3 est, de préférence, réalisée en PVDF (polyvinylidène difluoroéthylène).

10 Sur cette membrane, localement et dans son épaisseur, une zone sensible 4 est formée, par exemple en ayant recours à un procédé de polarisation locale. Un tel procédé peut consister à disposer deux électrodes métalliques, de part et d'autre de la membrane et en vis-à-vis, d'appliquer un champ électrique de 100 V/ μ m pendant 15 minutes en maintenant la membrane à une
15 température de 70° C, de retirer les électrodes puis de laisser refroidir la membrane.

 Le capteur comprend, par ailleurs, sur les faces du support 1 et bordant la périphérie de la fenêtre 2, deux anneaux conducteurs 5₁ et 5₂ qui sont réalisés de préférence en
20 un matériau inoxydable. Compte tenu des matières susceptibles d'être mises en présence entre les anneaux 5 et le support 1, différents modes de liaison peuvent être retenus. Le choix est effectué en tenant compte qu'il est impératif que le chant intérieur 5a de chaque anneau se trouve dépourvu, même
25 localement seulement, d'un dépôt de matière à caractère électriquement isolant.

 Par des méthodes classiques, il est prévu de solidariser sur chaque anneau 5₁, 5₂ un conducteur électrique 6₁, 6₂ destiné à permettre le raccordement du capteur à une chaîne de traitement du
30 signal. Les conducteurs électriques 6₁ et 6₂ sont représentés de façon schématique en étant désolidarisés du support 1. Il est évident que de tels conducteurs pourraient être réalisés sous la forme de circuits imprimés.

 Le capteur est complété par l'adaptation étanche sur
35 chaque anneau 5 d'une feuille 7₁ ou 7₂, de préférence en matière

souple, de très faible épaisseur, destinée à délimiter, par rapport au plan de la face correspondante du capteur et de l'anneau 5 correspondant, un volume $8_1, 8_2$ qui est au moins partiellement rempli d'une masse $9_1, 9_2$ liquide, voire pâteuse, à caractère électriquement conducteur. Chaque masse constitue une électrode liquide entre la zone polarisée 4 et le conducteur 5 en forme d'anneau. De préférence, la charge liquide est constituée par un électrolyte qui avantageusement peut être formé par une solution aqueuse salée à raison de 100 g/litre.

La feuille $7_1, 7_2$ est dans tous les cas choisie pour présenter une impédance acoustique aussi voisine que possible de celle du milieu liquide dans lequel une mesure de pression doit être effectuée. A titre d'exemple, des feuilles en latex ou en silicone conviennent particulièrement. Il est recherché de réduire l'effet d'amortissement de l'onde de choc amenée à traverser la feuille 7 et, à cette fin, une épaisseur de 9 micromètres convient particulièrement pour des gammes de fréquence de 100 MHz.

Lorsque le capteur décrit ci-dessus est plongé dans le milieu dans lequel une mesure de pression doit être effectuée, l'onde de choc transmise traverse par exemple la feuille 7_1 exposée, ainsi que la charge 9_1 pour venir déformer la membrane sensible 3. La déformation en fréquence imposée à cette membrane fait varier les charges au niveau des deux faces de la zone polarisée 4 et cette variation de charge électrique est transmise par les électrodes liquides 9_1 et 9_2 aux anneaux conducteurs 5_1 et 5_2 et enfin aux conducteurs 6_1 et 6_2 . Le signal global émis peut alors être pris en charge par la chaîne de traitement prévue à cet effet et qui n'a pas à être considérée comme faisant partie de l'invention.

Par une telle structure, il devient possible de disposer d'un capteur de grande sensibilité, à même de fournir une grande ouverture de mesure et capable de présenter une résistance mécanique suffisante pour supporter sans dommage structurel, une exposition à un grand nombre de tirs successifs.

Dans une application en lithotritie électro-hydraulique

où des tirs de fréquence de 1 à 15 Hz doivent être effectués dans un milieu liquide, d'excellents résultats ont été obtenus en réalisant le capteur selon l'invention avec les caractéristiques suivantes :

- 05 - Support 1 (plexiglass)
- Fenêtre 2 (\varnothing 20 mm)
- Membrane 3 (9 μ m)
- Zone 4 (\varnothing 1 mm)
- Anneaux 5 (acier inoxydable 18/10)
- 10 - Capacités 9 (800 mm³)
- Feuilles 7 (latex d'épaisseur 0,05 mm)

Le capteur selon l'invention pourrait être réalisé de manière à ne comporter qu'une seule feuille 7 lorsque, par exemple, le milieu dans lequel la mesure de pression doit être effectuée possède un caractère électriquement conducteur. Tel est le cas, lorsque par exemple un tel milieu peut être qualifié d'électrolyte. En effet, dans un tel cas, le milieu dans lequel la mesure doit être pratiquée constitue par lui-même l'électrode liquide en remplacement de la charge 9₁ ou 9₂.

20 La fig. 2 montre une variante de réalisation dans laquelle l'anneau 5 de chaque face, déposé par tout moyen convenable, fait partie intégrante d'un circuit imprimé 6 constituant le conducteur 6₁ ou 6₂ de l'exemple précédent. Une telle réalisation permet la constitution des pièces conductrices par la méthode de formation des circuits imprimés et permet aussi 25 l'adaptation d'une feuille 7 recouvrant le chant extérieur de l'anneau 5.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées 30 sans sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS :

- 1 - Capteur de mesure de pression en milieu liquide, du type comprenant un support isolant (1) délimitant une fenêtre (2) occupée par une membrane piézo-électrique (3) tendue, comportant
05 une zone polarisée (4) et, de part et d'autre du support, deux électrodes (5) sur lesquels deux conducteurs électriques (6) sont branchés,
- caractérisé en ce que les charges électriques apparaissant au droit de la zone polarisée sur les deux faces de la
10 membrane sont acheminées pour au moins l'une d'elles par un liquide ou une pâte à caractère électriquement conducteur vers des électrodes situées en dehors de la zone de pression.
- 2 - Capteur de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend, au moins sur l'une de ses faces,
15 une feuille (7), rapportée de façon étanche sur l'anneau (5) et délimitant, par rapport au plan de la face correspondante du capteur, un volume (8) fermé, étanche, rempli au moins partiellement par une masse (9) au moins pâteuse et conductrice, assumant une fonction d'électrode entre la zone polarisée et
20 l'anneau conducteur.
- 3 - Capteur de mesure selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le support isolant est constitué par un substrat plan possédant deux faces planes sur chacune desquelles
se trouvent adaptés un anneau conducteur (5₁, 5₂) bordant la
25 périphérie de la fenêtre (2) et une feuille (7₁, 7₂) confinant la masse conductrice (9).
- 4 - Capteur de mesure selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la masse (9) constitutive de l'électrode liquide est constituée par un électrolyte.
- 30 5 - Capteur de mesure selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'électrolyte est une solution aqueuse salée à raison de 100 g/litre.
- 6 - Capteur de mesure selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la feuille (7) est choisie en une matière
35 ayant une impédance voisine de celle du milieu liquide dans lequel

la mesure est à effectuer.

7 - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 6, caractérisé en ce que la feuille (7) est réalisée en latex ou en silicone et possède une épaisseur voisine de 9
05 micromètres.

8 - Capteur de mesure selon l'une des revendications 1, 2, 3, 6 ou 7, caractérisé en ce que la feuille (7) est rapportée sur le support (1) pour recouvrir les parties de l'anneau extérieures à la capacité.

10

15

20

25

30

35

1/1

FIG. 1

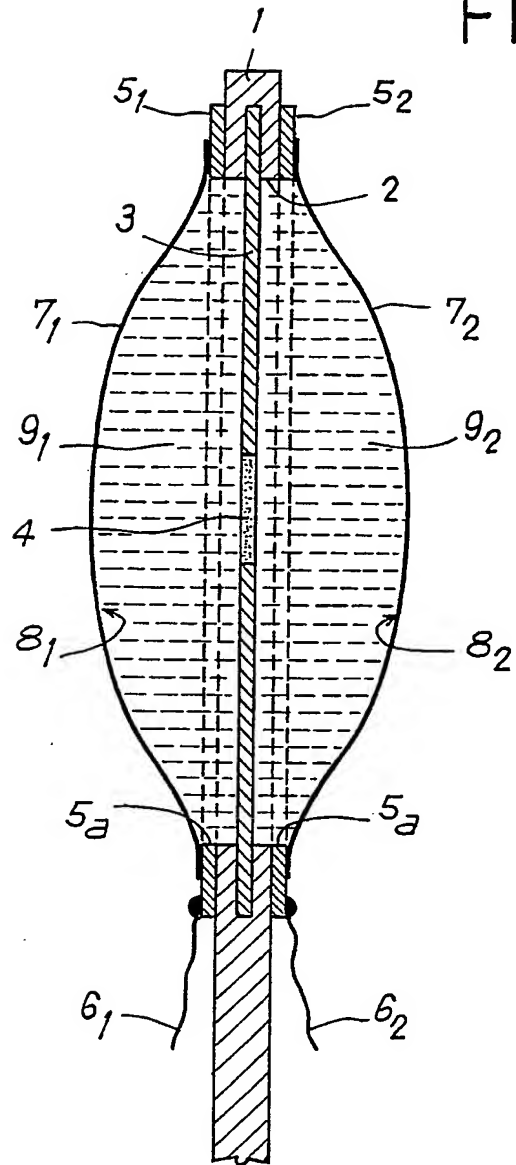
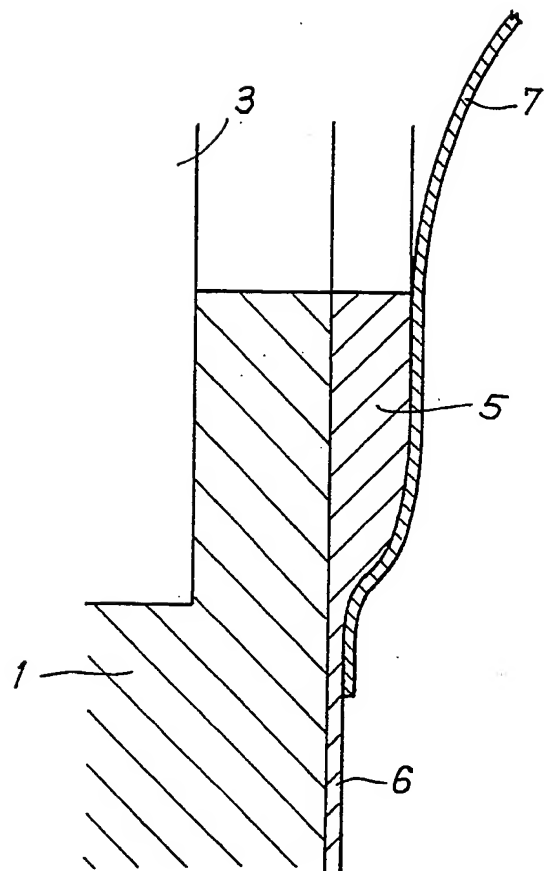


FIG. 2



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9012141
FA 448146

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-3 718 604 (SIEMENS AG) * En entier * ---	1-8
A	US-A-2 507 770 (H.H. CLAASSEN) * En entier * ---	1
A	DE-U-8 620 493 (SIEMENS AG) * En entier * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G 01 L 23 G 01 H 11
Date d'achèvement de la recherche 06-06-1991		Examineur VAN ASSCHE P.O.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		